

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USF**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 38 16 777.8  
22 Anmeldetag: 17. 5. 88  
43 Offenlegungstag: 8. 12. 88

*Beibehaltung*

DE 3816777 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
20.05.87 FI 872224

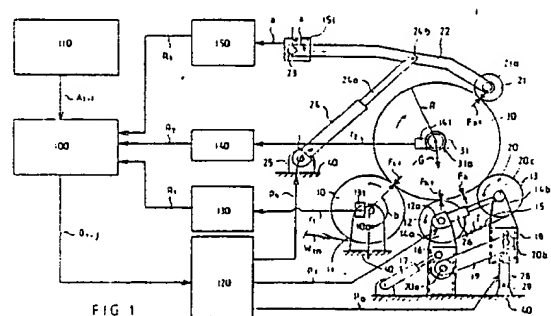
71 Anmelder:  
Valmet Paper Machinery Inc., Helsinki, FI

74 Vertreter:  
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;  
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,  
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Winter, K., Dipl.-Ing.; Roth,  
R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Saukkonen, Seppo, Vantaa, FI; Tomma, Kauko,  
Helsinki, FI

54 Verfahren zur Steuerung eines Papieraufrollers

Verfahren zur Regelung des Aufrollens einer Bahn. Die Bahn (W) wird aufgerollt, indem die Rolle (30) an ihrer Außenfläche von zwei Stützelementen getragen wird, von denen in Zulaufrichtung ( $W_{in}$ ) als erstes eine Tragwalze (10) dient, über deren Sektor die Bahn ( $W_{in}$ ) zum Aufrollen gebracht wird. Die Tragwalze (10) bildet von unten her einen die Rolle (30) tragenden Rollspalt. Auf der gegenüberliegenden Seite der Walze (10) oberhalb der Rolle wird ein Anpreßelement angewendet, mit dem die Rolle (30) in ihrer Aufrollage gehalten wird. Im Verfahren wird der Radius (R) der sich bildenden Rolle (30) und/oder eine andere entsprechende Größe mit Meßgebern (131, 141, 151) gemessen, deren Meßsignale ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ) in das Aufrollregelungssystem (110, 100) gespeist werden. Gesteuert von aufgrund der im Speicher des Regelungssystems gespeicherten Tabellen- und/oder Funktionswerte für verschiedene Radien der herzustellenden Bahn gemessenen Rollendurchmesserdaten ( $R_1$ ,  $R_2$  und/oder  $R_3$ ) werden in dem Regelungssystem Regelsignale ( $B_1$ ,  $B_2$ ) gebildet, mit denen ein von der Tragwalze (10) der herzustellenden Rolle (30) aus gesehen im benachbarten Viertel befindliches Riementragelement (12, 13, 15) geregelt wird, dessen Traglinienbelastung ( $F_h$ ) durch Regelung der Spannung (T) des Tragelements (15) ausgeführt wird. Die Phase n des Verfahrens werden ausgeführt, derart, daß eine geeignete Linienbelastungsverteilung des Rollenspaltes (10/30) verwirklicht wird und...



DE 3816777 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Beherrschung eines Aufrollers einer Papier- oder ähnlichen Bahn, in welchem die Bahn (W) aufgerollt wird, indem die herzustellende Rolle (30) an ihrer kreiszylindrischen Außenfläche von wenigstens zwei Stützelementen getragen wird, von denen in Zulaufrichtung ( $W_{in}$ ) als erstes eine Tragwalze (10) verwendet wird, über deren Sektor die Bahn ( $W_{in}$ ) zum Aufrollen gebracht wird und die Tragwalze (10) von unten her einen die Rolle (30) tragenden Rollspalt bildet und auf der gegenüberliegenden Seite der Walze (10) oberhalb der Rolle ein Anpreßelement, zweckmäßig Anpreßwalze (21), angewendet wird, mit dem seinerseits die Rolle (30) stabilisiert in ihrer Aufrollage gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren aus einer Kombination folgender Phasen besteht:

- (a) der Radius (R) der sich bildenden Rolle (30) und/oder eine andere entsprechende Größe wird mit einem oder mehreren Meßgebern (131, 141, 151) gemessen, von denen abgegebene Meßsignale ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ) in das Aufrollregelungssystem (110, 100) gespeist werden;
- (b) aufgrund der im Speicher des Regelungssystems gespeicherten, bei den verschiedenen Radien der herzustellenden Bahn für deren Unterstützungsgeometrie und Statik zu berücksichtigenden Tabellen- und/oder Funktionswerte, und von den in der im vorstehenden beschriebenen Phase (a) gemessenen Rollendurchmesserdaten ( $R_1$ ,  $R_2$  und/oder  $R_3$ ) gesteuert, werden in dem Regelungssystem Regelungssignale ( $B_{1-}$ ) gebildet;
- (c) mit genannten Regelungssignalen ( $B_{1-}$ ) wird ein von der genannten Tragwalze (10) der herzustellenden Rolle (30) aus gesehen im benachbarten Viertel befindliches Riementragelement (12, 13, 15) geregelt, das derart ausgeführt wird, daß es bei größeren Radien ( $R > R_k$ ) der sich bildenden Rolle (30) an deren Außenumfang in dessen Richtung (s) einen Tragsektor hat, der mehrere Male so lang ist ( $S_{h3}$ ) wie der Walzentragspalt;
- (d) die in der im vorstehenden genannten Phase (c) erzielte Regelung der Traglinienbelastung ( $F_h$ ) wird durch Regelung der Spannung (T) des genannten Tragelements (15) ausgeführt; und
- (e) die Durchführung der genannten Phasen ((a)–(d)) wird programmiert und gesteuert derart, daß hauptsächlich eine geeignete Linienbelastungsverteilung des Rollenspaltes (10/30) als Funktion des Rollenradius (R) ( $F_{kl}(R)$ ) verwirklicht wird sowie derart, daß sich die übrigen Stütz- und Traglinienbelastungen ( $F_{hh}$ ,  $F_h$ ,  $F_{pt}$ ) in solchen vorausbestimmbaren Grenzen halten, die ein im wesentlichen störungsfreies Aufrollen und eine einwandfreie Qualität der Rolle ermöglichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verfahren das Belastungskraftelement, zweckmäßig Entlastungszylinder (25), des die Rolle oberhalb abstützenden Anpreßelementes, zweckmäßig Anpreßwalze (21), durch Steuersignal des Regelungssystems, zweckmäßig Hydraulikdruck ( $p_k$ ), gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verfahren als unterseitiges Tragelement der herzustellenden Rolle (30) eine an der herzustellenden Rolle (30) angeordnete, von zwei Riemenwalzen (12, 13) geführte Ein- oder Mehrriemenschleife (15) verwendet wird, deren Spannung (T) aufgrund des Radius (R) der herzustellenden Rolle (30) mit Hilfe von zwischen den Wellenträgern oder Wellen genannter Riemenwalzen (12, 13) angebrachten Kraftelementen, zweckmäßig mit geregeltem Druck ( $p_r$ ) belastete Hydraulikzylinder (26), geregelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verfahren der Radius (R) der Rolle (30) gemessen wird, indem die Umdrehungen des Hülsenschlosses (31a) der Tragwalze der Rolle (30) mit Meßgebervorrichtungen (131, 141) gezählt werden und/oder indem die Lage des Tragelementes (22) des oberseitigen Anpreßelementes der Rolle (30), zweckmäßig Anpreßwalze (21), oder eines mit dem Tragelement (22) verbundenen Teils gemessen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß von den Drehzahlgebern (131, 141) der unterseitigen Tragwalze 10 der Rolle (30) und der Rollenhülse (31a) erhaltene Signale ( $r_1$ ,  $r_2$ ) in die das Verfahren anwendende Regelungseinheit (100, 130) gespeist werden, und daß das anhand des am oberseitigen Anpreßelement (21) der Rolle (30) angeschlossenen Meßgebers (151) erhaltene Signal (a) zum Absichern der Funktion des Systems verwendet wird derart, daß das System bei Abweichung der genannten Meßsignale ( $r_1$ ,  $r_2$ ) von einem bestimmten Wert des Ecksignals (a) Fehleranzeige gibt und/oder abstellt und/oder auf Steuerung übergeht, die nur durch das genannte sekundäre Steuersignal (a) erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei Durchmessern  $2R < 400-700$  mm der herzustellenden Rolle (30) die Spannung (T) des Tragriemens (15) im wesentlichen konstant gehalten wird und daß bei Durchmessern  $2R 400-700$  mm der Rolle (30) die Spannung (T) des genannten Tragriemens (15) bis zu einem bestimmten Radius erhöht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verfahren die Spannung (T) des Riementragelementes (15) derart gesteuert wird, daß die Linienbelastung ( $F_h$ ) des von der auf der Seite der Tragwalze (10) liegenden Riemenwalze (12) des Tragriemens und der Rolle (30) gebildeten Tragspaltes in solchen Grenzen gehalten wird, die  $\pm 30\%$  vom Mittelwert der genannten Linienbelastung abweichen.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung (T) des Riementragelementes und möglicherweise die Linienbelastung ( $F_{pt}$ ) der Anpreßwalze (21) geregelt wird derart, daß die Linienbelastung ( $F_{kl}$ ) der Tragwalze (10) mit dem Anwachsen des Radius (R) der Rolle (30) langsam ansteigt derart, daß die Dichteverteilung der sich bildenden Rolle (30) in Richtung des Radius (R) den Forderungen entspricht, d. h. zweckmäßig im wesentlichen konstant ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion des Regelungssystems mit

einer Steuer- und Sollwerteinheit (100) gesteuert wird, die eine Serie Regelsignale ( $A_{1...}$ ) erzeugt, mit der der Rollvorgang eingeleitet, der Änderungswechsel durchgeführt und Daten über die aufzurollende Sorte, wie Dichte und/oder Radius ( $R_0$ ) der fertigen Rolle, in das System eingespeist werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Geometrie der Teile der Aufrollvorrichtung und die Statik der Unterstützung derart ausgeführt sind, daß in der Anfangsphase des Aufrollens zuerst die Rollenhülse (31) und danach die auf dieser anwachsende Rolle von unten mit von der Tragwalze (10) und der ersten Riemenwalze (12) gebildeten Spalten sowie von oben mit einem von der Anpreßwalze (21) gebildeten Spalt gestützt wird, wobei die Linienbelastungen aller drei Spalte auf eine untereinander gleiche Größenordnung geregelt wird und daß mit wachsender Rolle (30) und bei Überschreiten ihres Durchmessers ( $2R$ ) von ca. 400–700 mm begonnen wird, die Rolle (30) von unten auch mit dem Tragriemen (15) abzustützen, dessen Spannung ( $T$ ) geregelt wird und die Spannung ( $T$ ) mit Anwachsen des Radius ( $R$ ) der Rolle (30) erhöht wird.

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beherrschung eines Aufrollers einer Papier- oder ähnlichen Bahn, in welchem die Bahn aufgerollt wird, indem die herzustellende Rolle an ihrer kreiszylindrischen Außenfläche von wenigstens zwei Stützelementen getragen wird, von denen in Zulaufrichtung als erstes eine Tragwalze verwendet wird, über deren Sektor die Bahn zum Aufrollen gebracht wird und die Tragwalze von unten her einen die Rolle tragenden Rollspalt bildet und auf der gegenüberliegenden Seite der Tragwalze oberhalb der Rolle ein Anpreßelement, zweckmäßig Anpreßwalze, angewendet wird, mit dem seinerseits die Rolle stabilisiert in ihrer Aufrolllage gehalten wird.

Beim Anfertigen von Papierrollen, die unter Abstützung am Umfang aufgerollt werden, gab es bei großen und schweren Rollen das Problem der inneren Schäden. Diese Schäden entstanden insbesondere unter der Oberflächenansicht der Rolle. Die üblichsten Schäden bestanden in Kreppfalten und Bahnrisen quer zur Bahnrichtung. Als Hauptgrund für die Schäden wurde hoher Spaltdruck zwischen Rolle und Tragwalze aufgrund des Eigengewichts der Rolle oder zu hohe Anpreßwalzenbelastung festgestellt.

Es ist festgestellt worden, daß zur Erzielung einer qualitativ einwandfreien Rolle mit einem Tragwalzenroller die Linienbelastung zwischen Rolle und Tragwalze ca. 1 ... 4 kN/m betragen sollte. In diesem Linienbelastungsbereich kann im allgemeinen die gewünschte Wickelspannungsverteilung realisiert werden.

Bei Verwendung einer Tragwalze kleinen Durchmessers wird bei großen Rollen der genannte Linienbelastungsbereich in der Endphase des Rollens überschritten, wobei der Berührungsdruck das für eine Druckpapierrolle erträgliche Niveau übersteigt, was auf dem schmalen Spaltbereich zwischen Rolle und Walze beruht. Dieses Problem wurde in an sich bekannter Weise versucht, durch Vergrößern der Tragwalze zu eliminieren, was die Herstellungs- und Betriebskosten des Rollers erhöht.

Aus der FI-Anmeldung Nr. 843184 ist eine Tragwalze mit weicher Oberfläche bekannt, an der sich die Spaltfläche vergrößert, aber es besteht dabei der Nachteil des dynamischen Bildungsproblems zweier Flächen und der Wärmeentwicklung während des Aufrollens.

Die betreffenden Probleme wurden auch versucht zu lösen, indem die Last auf verschieden große oder schräggestellte Tragwalzen verteilt wurde. Das Verteilen der Last auf die Walzen verringert nicht den Maximaldruck, sondern erhöht in Abhängigkeit von Durchmesser und Schrägstellung den Druck zwischen der Rolle und einer der beiden Tragwalzen. Die gleichmäßigste Rollendruckverteilung wird erreicht mit gleich großen und unter der Rolle symmetrisch angeordneten Tragwalzen in einer Konstruktion nach US-PS 44 56 190.

Die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Steuerungsverfahren für eine Rollvorrichtung mit Außenumfangsunterstützung zu schaffen, in dem der Rollvorgang selbst vom Änderungswechsel bis zur vollen Rolle in beherrschter Weise abläuft.

Eine zusätzliche Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Regelung und Beherrschung der Rollung zu schaffen, in dem neue Regelparameterkombinationen effektiv nutzangewendet werden können derart, daß die im vorstehenden genannten Ziele erreicht werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines Rollsteuerungsverfahrens, mit dessen Anwendung der Durchmesser und das Gewicht der herzustellenden Rolle bei Bedarf gegenüber an sich bekannten mit umfangsstützenden Rollern versehenen Rollen vergrößert werden können.

Zur Erreichung der im vorstehenden und weiter unten deutlich werdenden Ziele ist für die Erfindung im wesentlichen charakteristisch, daß das Verfahren aus einer Kombination folgender Phasen besteht:

- (a) der Radius der sich bildenden Rolle und/oder eine andere entsprechende Größe wird mit einem oder mehreren Meßgebern gemessen, von denen abgegebene Meßsignale in das Aufrollregelungssystem gespeist werden;
- (b) aufgrund der im Speicher des Regelungssystems gespeicherten, bei den verschiedenen Radien oder dergleichen der herzustellenden Bahn für deren Unterstützungsgeometrie und Statik zu berücksichtigenden Tabellen- und/oder Funktionswerte, und von den in der im vorstehenden beschriebenen Phase (a) gemessenen Daten gesteuert, werden in dem Regelungssystem Regulationssignale gebildet;
- (c) mit genannten Regulationssignalen wird ein von der genannten Tragwalze der herzustellenden Rolle aus gesehen im benachbarten Viertel befindliches Riementragelement geregelt, das derart ausgeführt wird, daß es bei größeren Radien der sich bildenden Rolle an deren Außenumfang in dessen Richtung einen Tragsektor hat, der mehrere Male so lang ist wie der Walzentragspalt;
- (d) die in der im vorstehenden genannten Phase (c) erzielte Regelung der Traglinienbelastung wird durch Regelung der Spannung des genannten Tragelements ausgeführt; und

(e) die Durchführung der genannten Phasen (a)–(d) wird programmiert und gesteuert derart, daß hauptsächlich eine geeignete Linienbelastungsverteilung des Rollenspaltes als Funktion des Rollenradius verwirklicht wird sowie derart, daß sich die übrigen Stütz- und Traglinienbelastungen in solchen vorausbestimmbaren Grenzen halten, die ein im wesentlichen störungsfreies Aufrollen und eine einwandfreie Qualität der Rolle ermöglichen.

In der im vorstehenden genannten Phase (a) ist mit der dem Rollenradius entsprechenden Größe im allgemeinen eine Größe gemeint, die die Phase des Rollfortgangs und deren Geometrie wiedergibt, wie z. B. Rollengewicht, Rollendichte, aufgerollte Papiermenge, Höhe der Hülsenschlösser und/oder Papiergeschwindigkeit zusammen mit der Rollzeit. Die genannten Größen können mit verschiedenen, an sich bekannten Meßgebern und Systemen gemessen werden. Auch die Regelungstabellen und/oder -funktionen können anstelle des Rollendurchmessers auch als Funktion anderer, als der genannten Größen in den Speicher des Systems eingegeben werden.

Im folgenden wird die Erfindung unter Hinweis auf einige in den Figuren der beigefügten Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiele, auf deren Einzelheiten die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist, ausführlich beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch eine mit dem erfindungsgemäßen Steuerungssystem beherrschte Rollvorrichtung während der Endphase des Rollens sowie das Regelungssystem schematisch als Blockschema.

Fig. 2A, 2B und 2C zeigen die Geometrie der Rollenunterstützung bei wachsendem Rollendurchmesser in verschiedenen Phasen des Aufrollens.

Fig. 3 zeigt verschiedene, mit der Geometrie und Statik der Rollvorrichtung und der Rollenunterstützung verbundene wesentliche Größen.

Fig. 4 zeigt im Prinzip die Verteilungen der Tragspaltdrücke in Richtung des Rollenumfangs.

Fig. 5 zeigt graphisch einige vorteilhafte Steuerungsparameter als Funktion des Rollendurchmessers.

In Fig. 1, 2A, 2B, 2C und 3 ist in schematischer Seitenansicht ein vorteilhaftes Beispiel einer Rollvorrichtung, ihrer Geometrie, und der Statik der Rollenunterstützung gezeigt, die mit dem erfindungsgemäßen Steuerungsverfahren während der einzelnen Phasen des Aufrollens beherrscht wird. Die in den Abbildungen gezeigte Rollvorrichtung besteht aus einer hinteren Tragwalze 10, die mit Antrieb 10a ausgerüstet ist. Die Walze 10 ist mit ihren Wellenzapfen an Lagerträgern 11 gelagert, die am Ständerteil 40 der Vorrichtung befestigt sind, das nur schematisch dargestellt ist. Die Rollvorrichtung besteht weiter aus einer Anpreßwalze 21, die mit Antrieb 21a versehen ist. Die Anpreßwalze ist an Armen 22 befestigt, die im Gelenkpunkt 23 gelenkig fest am Ständerteil 40 der Vorrichtung angebracht ist. Die Anpreßwalze wird von Zylindern 24 belastet, die in ihrem Gelenkpunkt 25 am Ständerteil 40 befestigt sind. Die Kolbenstangen 24a der Zylinder 24 sind im Gelenkpunkt 24b an den Armen 22 befestigt.

Die herzustellende Rolle 30 wird von unten außer von der Tragwalze 10 vom oberen Zug des Tragriemens 15 getragen, der zwischen den Riemenwalzen 12 und 13 verläuft. Die erste Riemenwalze 12 ist mit Antrieb 12a versehen. Die Riemenwalze 12 ist mit ihren Wellenzapfen an Trägern 14a gelagert, die ihrerseits am Zwischenstück 16 befestigt sind, das sich über Zylinder 17 und Gelenke 20a am Ständer 40 der Vorrichtung abstützt. Die zweite Tragwalze 13 ist mit ihren Wellenzapfen an Lagerträgern 14b gelagert, die am Teil 18 angebracht sind. Teil 18 ist über Zwischenarm 19 und Horizontalgelenk 20a und 20b am Zwischenstück 16 befestigt. Teil 18 ist an beiden Enden über ein Zylinderpaar 28 und Träger 29 am Ständerteil 40 befestigt. Die Riemenwalzen 12 und 13 sind in ihrer Lage im wesentlichen stationär und die Lage der Riemenwalze 13 verändert sich nur soviel wie zur Regelung der Spannung  $T$  des Riemens 15 nötig ist, was weiter unten genauer beschrieben wird.

Fig. 1 ist eine schematische Seitenansicht und so zu verstehen, daß zur Unterstützung der einzelnen Walzen 10, 12, 13, 21 entsprechende Wellenzapfen, Träger, Arme 22, Zylinder 24 und 28 vorhanden sind, von denen in Fig. 1 nur die einen zu sehen sind.

Im vorstehenden ist die Konstruktion der Rollvorrichtung nur kurz und nur in dem Umfang beschrieben, der zum Verständnis des erfindungsgemäßen Verfahrens nötig ist. Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Konstruktion der Rollvorrichtung ist in einer weiteren FI-Anmeldung Nr. der Anmelderin beschrieben, die mit der vorliegenden Anmeldung zusammen am selben Tage eingereicht wurde.

Der Radius  $R_{KT}$  der hinteren Walze 10 wurde entsprechend der Breite und Laufgeschwindigkeit der Maschine gewählt. Im allgemeinen ist  $R_{KT} = 500 \dots 1000$  mm, zweckmäßig 500 ... 850 mm. Die Durchbiegung des Riemens 15 und die Haltbarkeit der Lager bestimmen den Radius  $R_{HT1}$  der Riemenwalze 12. Im allgemeinen ist  $R_{HT1} \approx 300 - 600$  mm, zweckmäßig ca. 400 mm. Der Radius der zweiten Tragwalze 13 kann z. B. gleich  $R_{HT1}$  sein. Der Radius  $R_{PT}$  der Anpreßwalze 21 wird durch den Radius der Hülse 31 sowie  $R_{KT}$  und  $R_{HT1}$  bestimmt und  $R_{PT} \approx 100 - 500$  mm, zweckmäßig 200–300 mm. Der Gelenkpunkt  $x, y$  der Anpreßwalze 21 und die Länge  $L$  deren Armes sind derart bestimmt, daß das Belasten und Abstützen der Rolle 30 möglich ist. Der Abstand  $D_1$  von Tragwalze 10 und Walze 12 wird durch die Hülse 31, entsprechend der genannten Walzen und der Anpreßwalze 21, bestimmt derart, daß das Belasten der Hülse ( $\varnothing 90$ ) möglich ist, und  $D_1 \approx 10 - 50$  mm, zweckmäßig ca. 30 mm. Der Winkel  $\alpha_1$  der Walze 12 bezüglich der Tragwalze 10 bestimmt den Durchmesser, mit dem der Riemen 15 beginnt, die Rolle 30 zu unterstützen. Ein großer positiver Winkel  $\alpha_1$  verursacht eine große Linienbelastung der hinteren Walze 10 (das Rollengewicht fällt nach hinten). Ein großer negativer Winkel  $\alpha_1$  verursacht den Bedarf, mit der Anpreßwalze 10 zuviel zu belasten. Der Winkel  $\alpha_1$  liegt im Bereich  $-20^\circ < \alpha_1 < 20^\circ$ . Der Winkel  $\alpha_2$  der Walze 13 bezüglich der Walze 12 bestimmt zusammen mit  $D_2$  den maximalen Durchmesser  $2R_0$  der Rolle 30. Wenn die Walze 13 während des Betriebes versetzt wird, wirkt sich  $\alpha_2$  auch auf die Ausrichtung der Stützkraft von Riemen 15 während des Betriebes und also auch auf die Form der Spannungsfunktion aus.

In Fig. 2A ist der Beginn des Aufrollens zu sehen. Die Hülse 31, auf welche die Rolle 30 gewickelt wird, wurde getragen von den Hülsenschlössern 31a in den Raum zwischen den Walzen 10, 12 und 21 gebracht derart, daß

diese Walzen die Tragspalte der Hülse und der im Anwachsen begriffenen Rolle bilden. Nach Fig. 2B ist der Durchmesser  $2 \times R_k$  der Rolle 30 auf ca. 400–700 mm angewachsen. Dabei ist die Spaltdruckverteilung des Spaltes 10/30 in Umfangsrichtung  $Sp_{k2}$  und der Spaltdruck des verlängerten Spaltes 30/12, 15 ist  $p_{ht2} + p_{h2}$ , womit der Riemen 15 mit seinem Teil  $p_{h2}$  begonnen hat, die Rolle von unten zu tragen und die Spaltlänge in Umfangsrichtung  $S$  ist gewachsen. Auch der Spalt 10/30 ist von der Länge  $S_{k1}$  der Anfangssituation auf die Länge  $S_{k2}$  gewachsen während der Spitzendruck  $p_{maxk1}$  des Spaltes 10/30 auf den Druck  $p_{maxk3}$  gefallen ist.

Nach Fig. 2C ist die Rolle auf ihren vollen Durchmesser  $2 \times R_o$  angewachsen, wobei die Länge des Spaltes 10/30 aufgrund des Anwachsens des Radius der Rolle 30 auf die Länge  $S_{k3}$  angewachsen und der Spitzendruck auf den Druck  $p_{maxk3}$  gefallen ist. Gleichzeitig ist die Länge der Tragzone der Riemeneinheit 12, 15, 13 auf ihre volle Länge  $S_{h3}$  angewachsen und die Druckverteilung  $p_{h3}$  ist gleichmäßig flach.

Es ist zu betonen, daß Fig. 4 eine sehr vereinfachte Darstellung der Druckverteilung ist und die darin angeführten Werte der einzelnen Drücke und die Längen  $S$  der Tragspalte nicht unbedingt der Wirklichkeit entsprechen.

Im folgenden wird unter Hinweis auf die Eintragungen von Fig. 1 die Geometrie und Statik der Rollenunterstützung des erfindungsgemäßen Rollers beschrieben, die mit dem erfindungsgemäßen Rollersteuerungsverfahren beherrscht werden. Statisch betrachtet wird das Rollengewicht  $G$  und die Vertikalkomponente der Linienbelastung  $F_{pt}$  der Anpreßwalze 21 von den Vertikalkomponenten der Linienbelastung  $F_{kt}$  des Tragwalzenspaltes 10/30, der Linienbelastung  $F_{ht}$  der ersten Riemenwalze 12 und der durch die Spannung  $T$  (N/m) des Riemens 15 verursachten Linienbelastung  $F_h$  getragen. Die Rolle 30 hat mit der zweiten Riemenwalze 13 keinen belasteten Spalt. Entsprechendes statisches Gleichgewicht herrscht bezüglich der Horizontalkomponente der Linienbelastungen  $F_{kh}$ ,  $F_{ht}$ ,  $F_h$  und  $F_{pt}$ . Seitens der Steuerung des Rollvorgangs werden an das System deshalb hohe Anforderungen gestellt, weil sich die Geometrie und die Statik des Systems sowie die für das Aufrollen optimalen Linienbelastungen die ganze Zeit mit dem Anwachsen des Rollenradius  $R$  ändern.

In dem erfindungsgemäßen Steuerungsverfahren wird von der Feststellung ausgegangen, daß die Dichteverteilung der Rolle 30 als Funktion des Radius  $R$  hauptsächlich die Linienbelastungsverteilung  $F_{kt}(R)$  der hinteren Tragwalze 10 bestimmt. Das kommt vor allem daher, daß die Bahn  $W_{in}$  gerade durch den Spalt 10/30 der hinteren Tragwalze an die Rolle 30 gebracht wird. Im allgemeinen wird eine konstante Dichte der Rolle 30 als Funktion von Radius  $R$  angestrebt. Dabei muß die Linienbelastung  $F_{kt}$  des Spaltes 10/30 mit Zuwachs der Radius langsam ansteigen, wie dies aus Fig. 5 hervorgeht. Bei unterschiedlichen Papiersorten muß die Linienbelastung  $F_{kt}$  des Spaltes 10/30 verschiedene Niveaus haben und die Steilheit der Änderungen als Funktion von Radius  $R$  muß vorteilhaft variabel sein.

Die Linienbelastungen  $F_{pt}$  und  $F_{ht}$  der die Rolle 30 direkt berührenden Walze 21 und der ersten über Riemen 15 berührenden Riemenwalze 12 müssen innerhalb bestimmter Grenzen liegen, von denen die untere Grenze dadurch bestimmt wird, daß die Rolle 30 während des Aufrollens genügend und stabil abgestützt werden muß und die obere Grenze bestimmt wird dadurch, daß sich die Walzen 12 und 21 nicht in störendem Maße in die Rolle 30 eindrücken.

Die Lagerträger 14a und 14b der Riemenwalzen 12 und 13 sind über Hydraulikzylinderpaar 26 miteinander verbunden, deren Bewegungsrichtung die Richtung des Zuges des Riemens 15 zwischen den Walzen 12 und 13 hat. Durch Einleiten von geregelter Druck  $p_t$  in die Zylinder 26 kann die Spannung  $T$  des Riemens 15 geregelt werden. Die durch die Spannung  $T$  verursachte Druckbelastung auf den Außendurchmesser der Rolle 30 in radialer Richtung kann im Prinzip aus der Gleichung  $p = T/R$  berechnet werden, wobei auch diese Druckbelastung außer durch die Geometrieänderungseinflüsse durch den Rollendurchmesser beeinflusst wird.

In dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren ist wesentlich, daß die Beherrschung des Rollenunterstützens durch die Messung des Radius  $R$  der Rolle 30 gesteuert wird, weil die Geometrie und Statik der Unterstützung und Bildung der Rolle 30 abhängig sind vom Radius  $R$ . Nach Fig. 1 wird der Radius mit einem Umdrehungszähler 131 der Tragwalze 10 und einem Umdrehungszähler 141 des Hülsenschlosses 31a gemessen, deren Signale  $r_1$  und  $r_2$ , d. h. die Anzahl der Walze 10 und Hülsenschloß 31a gemachten Umdrehungen vom Start des Aufrollens an, in Wandlereinheiten 130 und 140 übertragen werden, deren zur Zentraleinheit 100 geleitete Ausgangssignale  $R_1$  und  $R_2$  sind, die den Rollenradius  $R$  repräsentieren und aus denen sich direkt auch das Gewicht  $G$  der Rolle 30 ableiten läßt, wenn das Flächengewicht der aufzuwickelnden Bahn  $W$  von der Sollwerteneinheit 110 in die Zentraleinheit 100 eingegeben ist. Um die Funktion sicherzustellen wird der Rollenradius  $R$  auch mit einem Meßgeber 151 durch Messung des Winkels  $a$  der Belastungsarme 22 der Anpreßwalze 21 gemessen, woraus sich mit Hilfe von trigonometrischen Funktionen in der Einheit 100 der Rollenradius  $R$  berechnen läßt, dessen entsprechendes Signal  $R_3$  in die Zentraleinheit 100 des Systems geleitet wird. Die Zentraleinheit 100 ist derart programmiert, daß wenn die Meßergebnisse  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  voneinander um einen bestimmten Wert abweichen, das System Fehlermeldung gibt und/oder das Aufrollen stoppt und/oder die Rollsteuerung allein auf das Steuersignal  $R_3$  überträgt. Die Signale  $r_1$ ,  $r_2$  und  $a$  sowie die aufgrund dieser in den Einheiten 130, 140 und 150 abgeleiteten Steuersignale  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  bilden den "Rückkopplungszweig" des erfindungsgemäßen geschlossenen Systems.

Zum System gehört die Start-, Stopp- und Sollwerteneinheit 110, durch welche die Funktion in bestimmtem Umfang manuell gesteuert werden kann und außerdem dem System bestimmte Sollwertdaten eingegeben werden können, wie z. B. Qualitäts- und Dichteangaben über die aufzurollende Bahn, d. h. eine Art Sortenkarten, die als Sollwertreihen  $A_{1-j}$  in die Zentraleinheit 100 des Systems eingegeben werden, in welche auch die Steuersignale  $R_1$ ,  $R_2$  gespeist sind. Die Zentraleinheit 100 ist entweder ein steuerbarer Logikrechner oder Computer, in welchem als Tabellen oder Funktionen die Werte der Regelgrößen  $p_k$  und  $p_t$  des Systems als Funktion des Rollenradius  $R$  für jede einzelne Sortengruppe gesondert gespeichert und z. B. mit Korrekturfaktoren auf die einzelnen Sorten der Gruppen umgerechnet sind.

Von der Zentraleinheit 100 des Systems ist eine Regelungssignalreihe  $B_{1-j}$  erhältlich, die zur Umformer- und

Regeleinheit 120 geleitet wird, die z. B. aus elektromagnetischen Umformern, Druckreglern, Druckpumpen sowie Druckregelventilen besteht, wobei aus den letztgenannten die geregelten Drücke  $p_k$  und  $p_t$  erhalten werden. Mit dem Druck  $p_k$  wird die Kraft des Entlastungszylinders 24 der Anpreßwalze 21 geregelt, d. h. die Linienbelastung  $F_{pt}$  und dementsprechend wird mit dem geregelten Druck  $p_t$  der die Spannung  $T$  des Riemens 15 regelnde Zylinder 26 geregelt, d. h. die Linienbelastung  $F_h$ . Außerdem ist eingetragen, daß der Druck  $p_o$  von der Einheit 120 zum Zylinderpaar 28 geleitet wird, das die Walze 13 und den Balken 18 trägt. Im allgemeinen wird der Druck  $p_o$  während des Aufrollens konstant gehalten und er wird nur im Zusammenhang mit dem Änderungswechsel geändert, d. h. zu Beginn des Aufrollens und beim Entfernen der fertigen Rolle.

Im folgenden ist eine Tabelle angeführt, in der das Rollengewicht, die Linienbelastungen  $F_{pt}$ ,  $F_{kt}$ ,  $F_{ht}$  und  $F_h$ , die Drücke  $p_k$  und  $p_t$  und die Spannung  $T$  des Riemens 15 für Rollendurchmesserwerte  $2R$  von 100–1500 mm in Schritten von 100 mm eingetragen sind. Die betreffende Tabelle dient zur Beschreibung eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels der Erfindung. Als aufzuwickelnde Bahn  $W$  dient SC- oder LWC-Papier mit einer Dichte von 1200 kg/m<sup>3</sup>, die Rollenlänge beträgt 3,6 m.

Die in Tabelle 1 eingetragenen Daten sind im Speicher der programmierbaren Logik oder des Computers der Zentraleinheit 100 als Tabelle oder Funktionen gespeichert. Beim Sortenwechsel können im Speicher gespeicherte neue Tabellen oder Funktionen angewendet werden oder die Werte von vorherigen Tabellen oder Funktionen können mit bestimmten Korrekturfaktoren, die entweder dem Programm oder der Einheit 100 entnommen werden, umgerechnet werden.

Tabelle 1

$2R$ (mm)	$G$ (kg/3,6 m)	$F_{pt}$ (kN/m)	$F_{kt}$ (kN/m)	$F_{ht}$ (kN/m)	$F_h$ (kN/m)	$P_k$ (bar)	$P_t$ (bar)	$T$ (kN/m)
100	34	1,20	1,46	1,29	0,00	41,88	95,49	20,00
200	136	1,45	1,55	1,18	0,00	32,37	95,49	20,00
300	305	1,40	1,59	1,35	0,00	32,75	95,49	20,00
400	543	1,45	1,65	1,81	0,00	33,30	95,49	20,00
500	848	1,45	1,70	1,96	0,56	33,82	95,49	20,00
600	1221	1,45	1,77	1,41	2,03	32,27	100,27	21,00
700	1663	1,45	1,85	1,29	3,27	30,65	100,27	21,00
800	2171	1,43	1,89	1,40	4,49	30,38	102,65	21,50
900	2748	1,40	1,90	1,62	5,79	31,27	107,43	22,50
1000	3393	1,40	1,95	1,83	7,30	29,00	114,59	24,00
1100	4105	1,30	2,00	1,85	9,12	28,71	124,14	26,00
1200	4886	1,10	2,03	1,94	10,97	32,88	131,30	27,50
1300	5734	0,65	2,08	1,82	12,99	41,99	137,03	28,70
1400	6650	0,01	2,12	2,20	14,53	52,30	133,69	28,00
1500	7634	0,01	3,34	2,35	16,25	49,80	123,19	25,80

Anhand vorstehender Tabelle 1 und Fig. 5 läßt sich folgendes feststellen. Das Rollengewicht  $G$  wächst naturgemäß im Quadrat mit Radius  $R$ . Wie aus der  $F_{kt}$ -Spalte und der Kurve geschlossen werden kann, verläuft  $F_{kt}$  gleichmäßig ansteigend. Damit wird eine konstante Dichteverteilung in der Rolle 30 angestrebt.

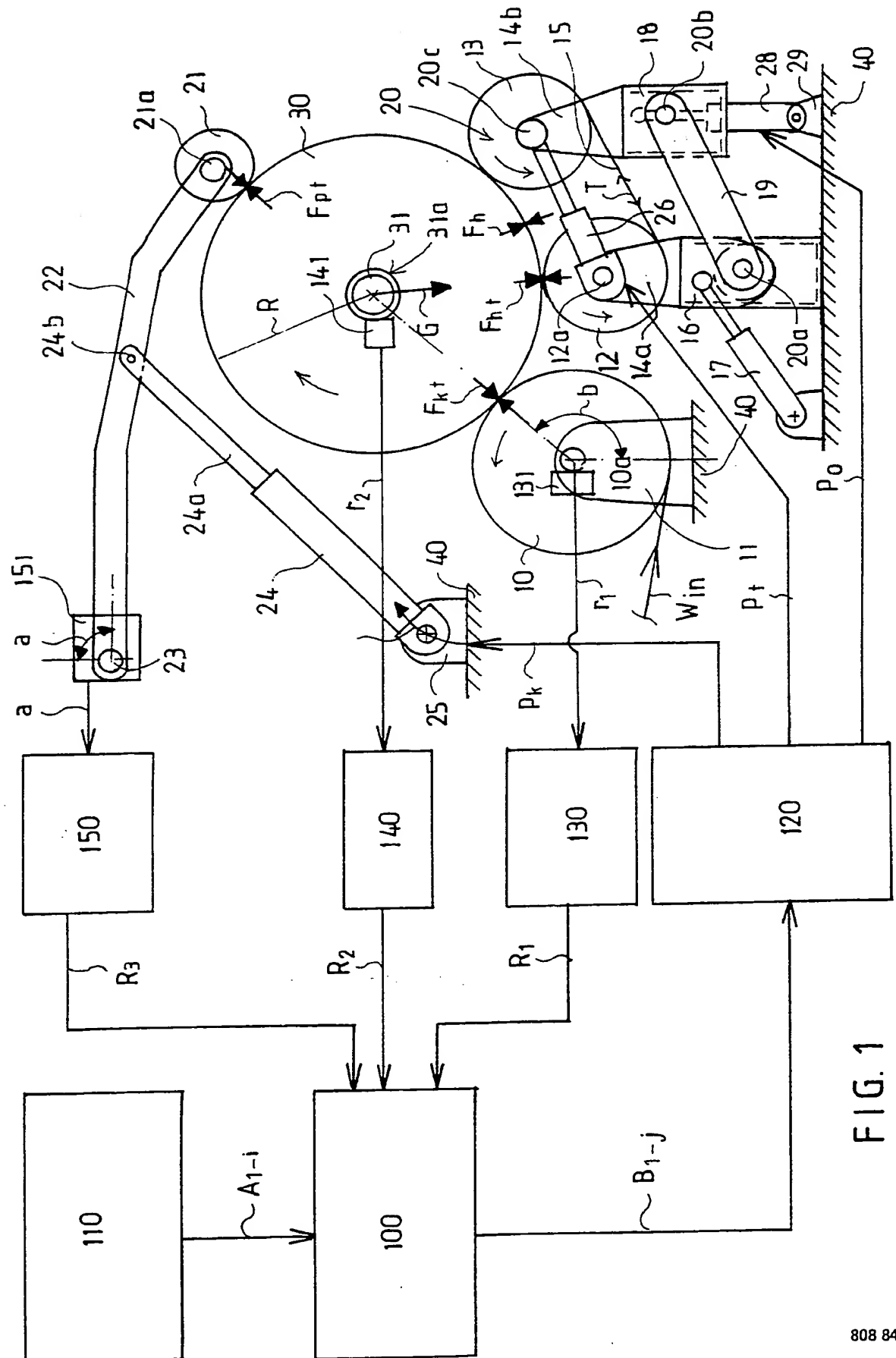
Die Spannung  $T$  des Tragriemens 15 hat, unter Berücksichtigung der Festigkeit des Riemens 15, eine bestimmte obere Grenze, deren Überschreitung das System in keiner Phase zuläßt. Die Linienbelastung  $F_{pt}$  der Anpreßwalze 21 beherrscht die Rollsteuerung bei kleineren Radien  $R$  und bei größeren Radien  $R$  wird begonnen, die Linienbelastung  $F_{pt}$  der Anpreßwalze 21 zu reduzieren, weil das Rollengewicht  $G$  steigt.

Bei erfindungsgemäßer Anwendung der Spannung des Riemens 15 als hauptsächliche Steuerungsgröße bei größeren Rollendurchmessern  $2R > 500$  mm kann die Linienbelastung  $F_{kt}$  beherrscht und können die Linienbelastungen  $F_{ht}$  und  $F_{pt}$  in den zulässigen Grenzen gehalten werden, die von der Geometrie der Aufrollvorrichtung und der aufzuwickelnden Bahn  $W$  bestimmt werden. Ein Vorteil besteht auch darin, daß damit bei Verwendung eines genügend langen ( $S_h$ , Fig. 4) Spaltsektors zwischen den Walzen 12 und 13 die durch die Linienbelastung  $F_h$  verursachte Flächenpressung ( $p_{h3max}$ , Fig. 4) zwischen dem Außenumfang der Rolle 30 und dem gespannten Riemen 15 nie größer als zulässig wird, sondern es kann in Bezug auf diese Flächenpressung immer in einem vorteilhaften sicheren Bereich gearbeitet werden.



- Leerseite -

3816777



3816777

FIG. 2A

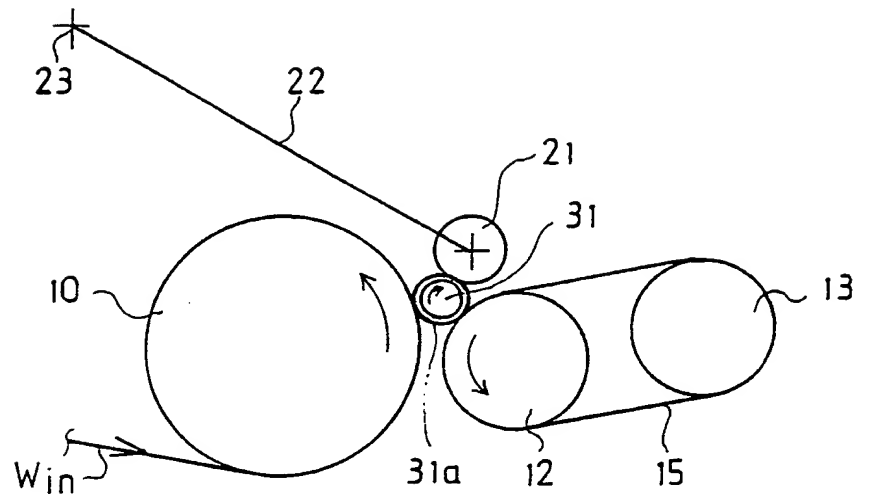


FIG. 2B

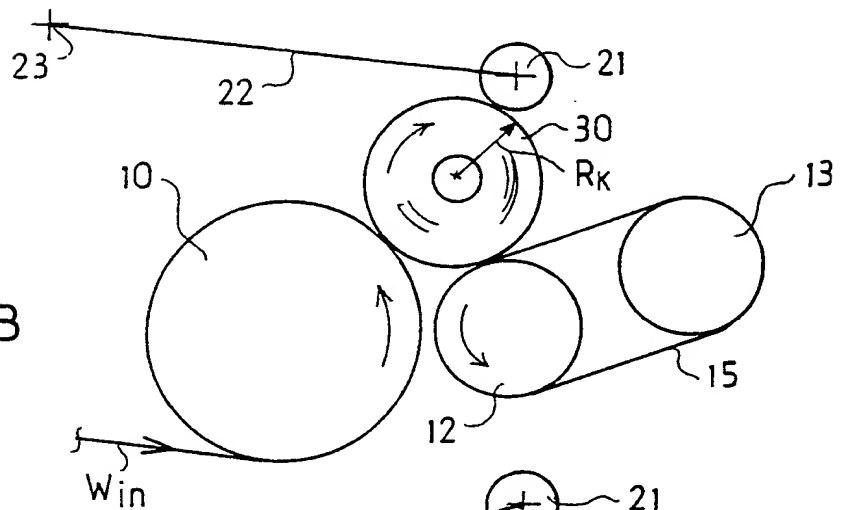
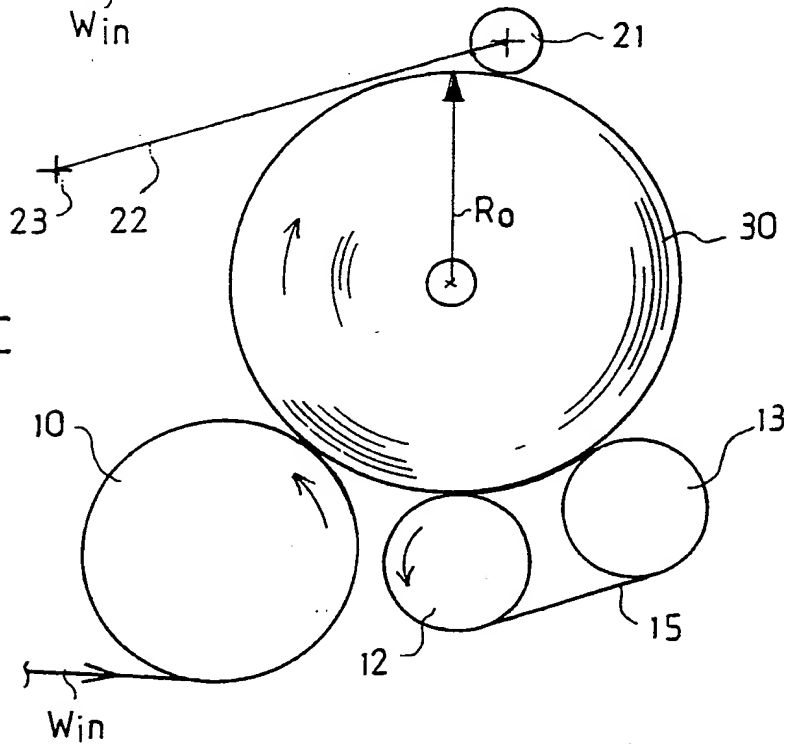


FIG. 2C



3816777

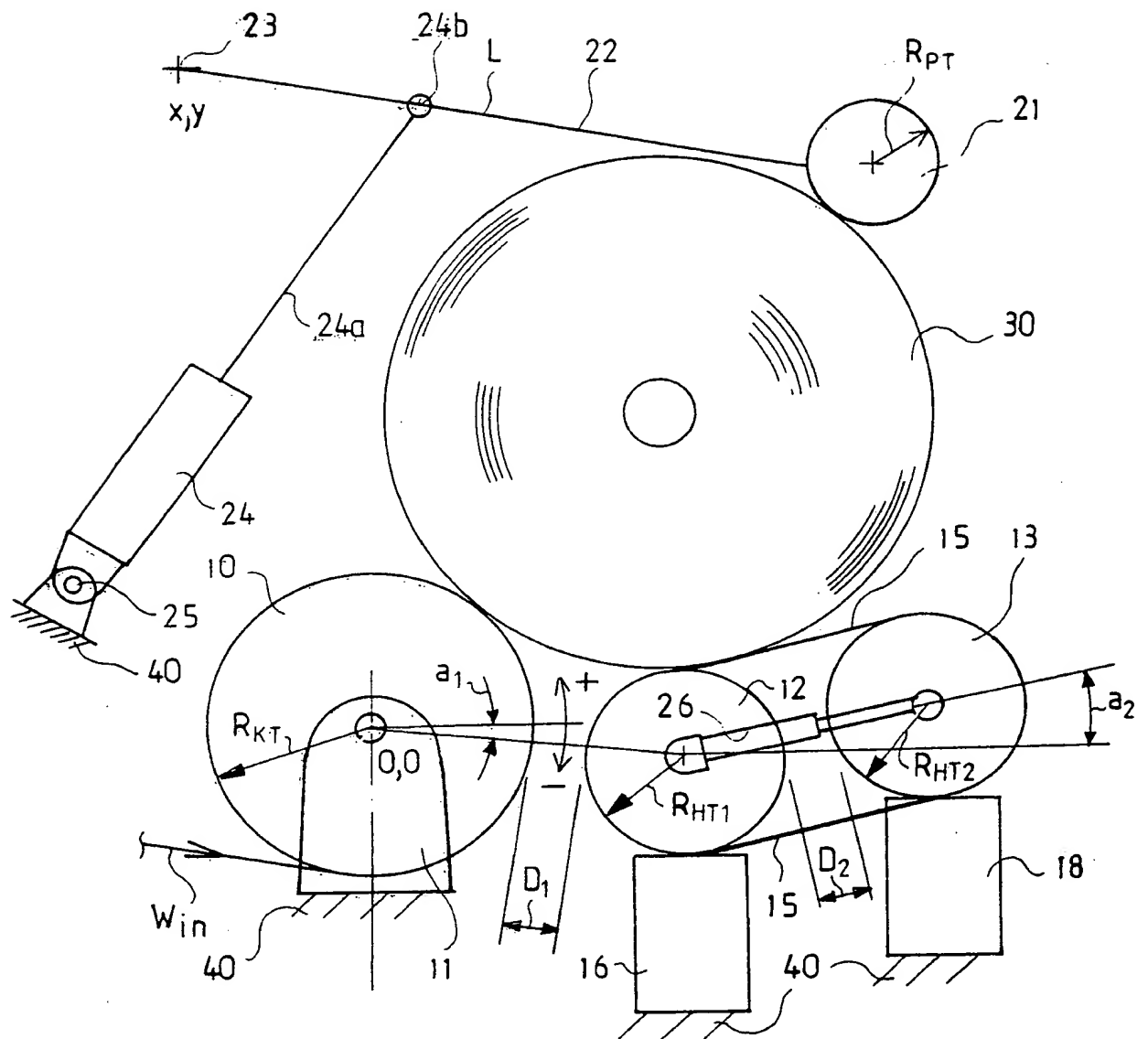
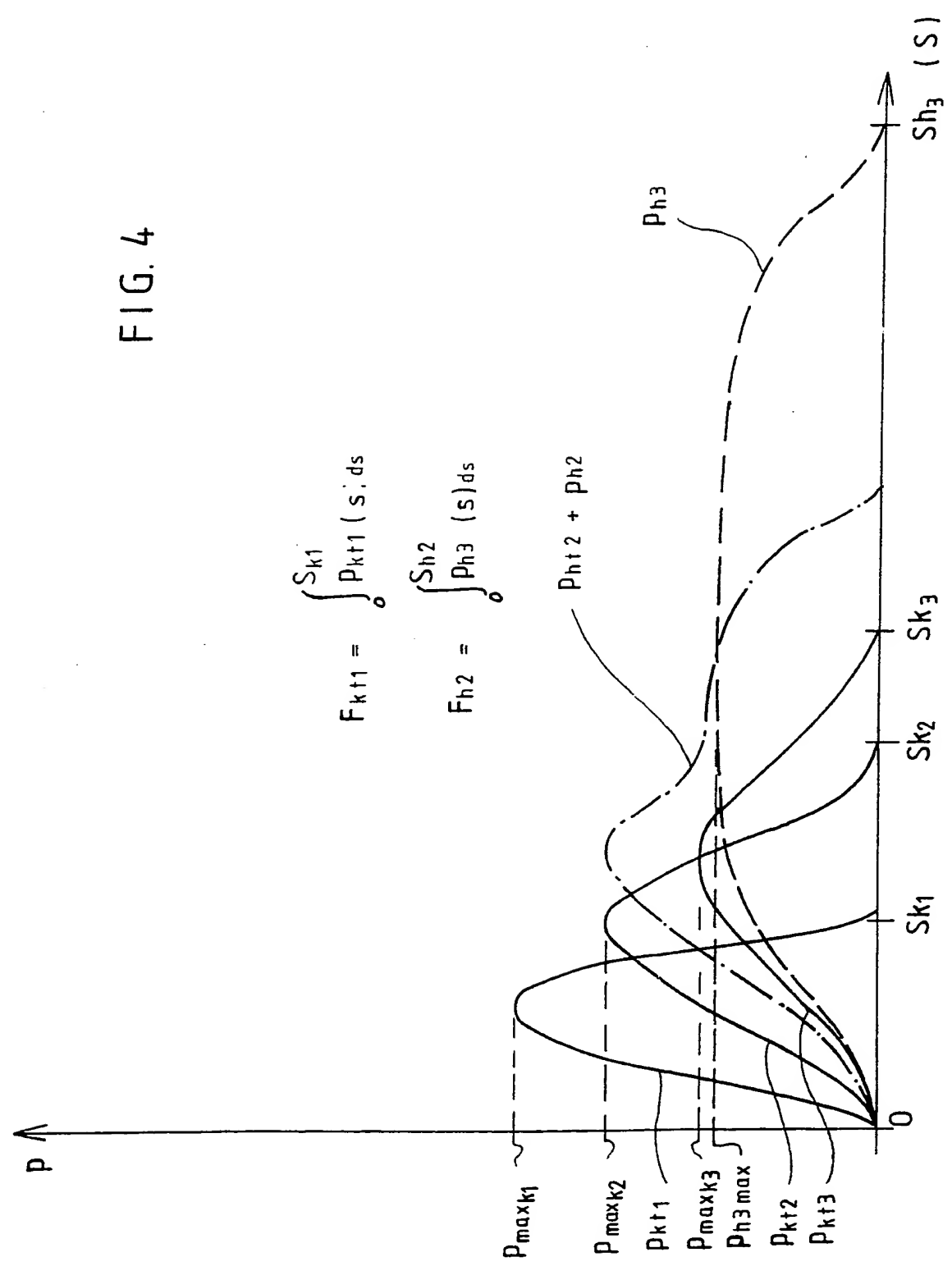


FIG. 3

3816777

FIG. 4



$$F_{kt1} = \int_0^{S_{k1}} P_{kt1}(s) ds$$

$$F_{h2} = \int_0^{S_{h2}} P_{h3}(s) ds$$

3816777

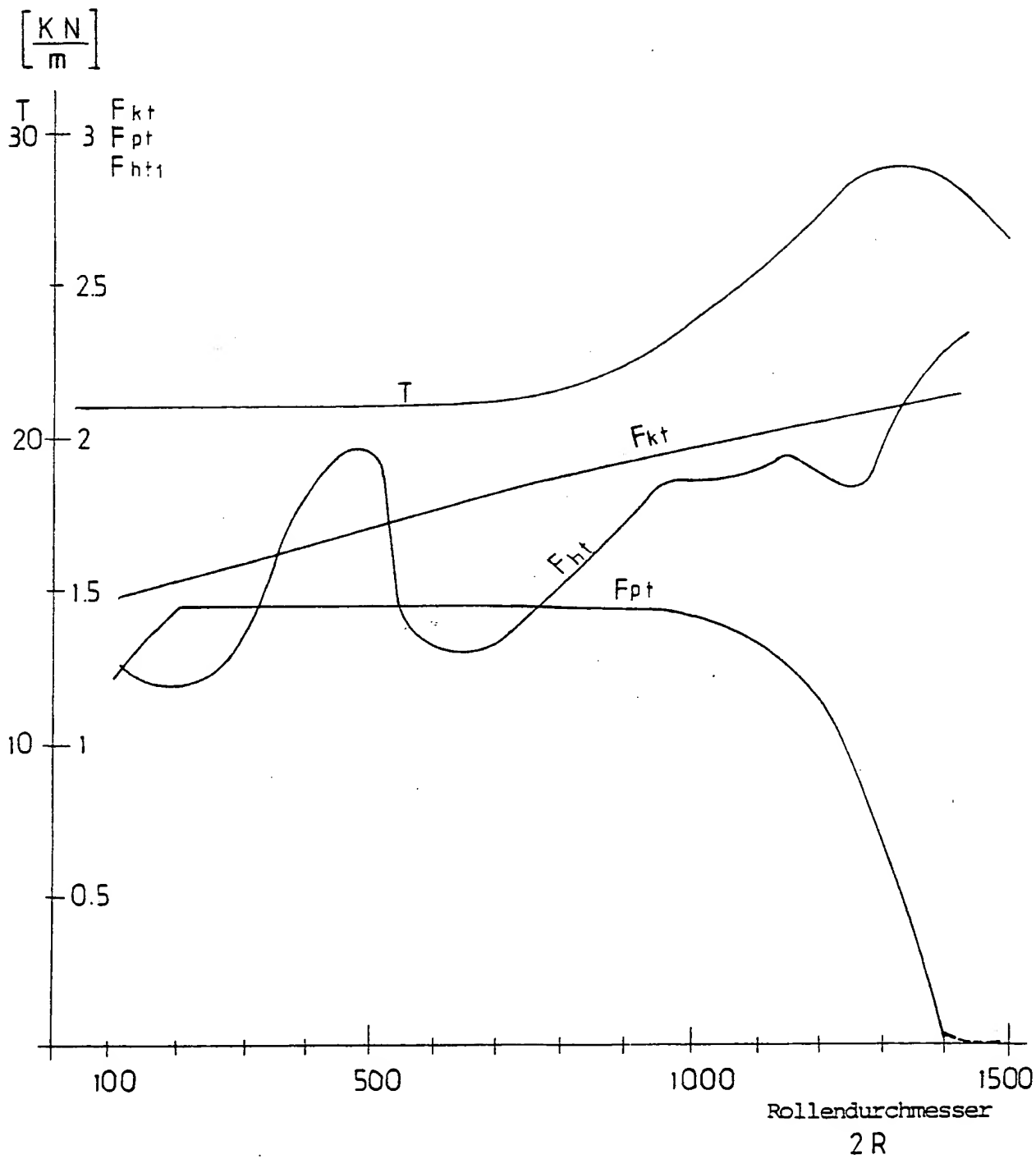


FIG. 5